Case study

センサーからの膨大で多種多様なデータを基に社会システムの高度化・最適化を目指す

マルチプロセッサーサーバーHP ProLiant DL980 G7とIOアクセラレータの組み合わせで、強力な演算パワーの獲得とI/Oボトルネックの回避を両立

業界
研究機関

目的
従来の想定を超える大規模データ処理を実用的な時間で実行する

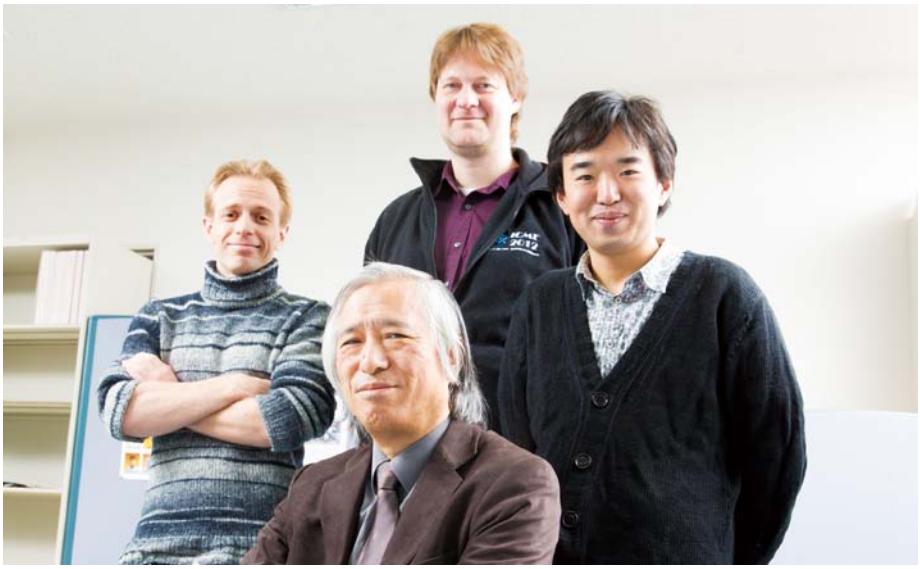
アプローチ
- 大規模データ処理でボトルネックになりやすいI/Oを考慮し、スケールアップサーバーを活用
- 1筐体内に大量のコア、メモリー、ストレージを格納できることを評価し、高性能なインテル® Xeon® プロセッサー E7ファミリーを8基（80コア／160スレッド）搭載したスケールアップサーバー、HP ProLiant DL980 G7を導入
- 高速I/Oを実現するIOアクセラレータも併せて採用

ITの効果
- I/Oボトルネックを回避し、プロセッサーの演算パワーをフル活用
- 研究スケジュールに合わせてリソース配分を柔軟に変更可能
- 仮想化サーバーごとにユーザーを限定し、秘密保持契約などの管理も容易に
- 研究者が勝手なカスタマイズを行っても、仮想化サーバーならほかへの影響なし

ビジネスの効果
- 世界中で研究が進むCPSの実用化をリード

北海道大学
HOKKAIDO UNIVERSITY

大規模データの分析可視化基盤構築



プロジェクトで扱おうとしている全ソースデータは、これまでにデータマイニングや可視化で用いたデータ量の100倍。膨大な量のソースデータを処理する際には、強力な演算パワーに加え、ボトルネックとなりやすいI/Oに高い性能が必要です。ハードウェアインフラはこうした要件を満たす必要がありました。筐体を分け、ネットワークでつなぐスケールアウトも試しましたが、これでは必要なI/Oのスループットを確保できませんでした。

猪村 元氏　北海道大学 知識メディアラボラトリー　特任助教

北海道大学知識メディアラボラトリーは、様々なコンテンツやサービスの再利用·再編集·再流通を可能にする「知識メディア技術」、そして、多様なデータやツール、サービスなどの共有リソースをGUI上で試行錯誤しながら組み合わせ、即興的にデータの分析や可視化を可能にする「スマートフェデレーション技術」に1990年代から取り組んできた。こうした成果を活かし、近年は、ITシステム内のサイバー世界と人が暮らす現実世界とを融合させるCPS（Cyber Physical System）の研究に注力。特に、膨大な数のセンサーやウェブから集めた大規模で多種多様なデータから情報を抽出し、可視化などの加工·編集を容易に実現することで専門家の分析や意思決定を支援するデータ分析可視化基盤の開発プロジェクトに取り組んでいる。

大規模データの分析可視化基盤構築

北海道大学 知識メディアラボラトリー
ラボラトリー長、大学院情報科学研究科 教授
田中 譲 氏

北海道大学 知識メディアラボラトリー
特任助教
猪村 元 氏

サイバー世界と現実世界を融合し社会システムの最適化を目指すCPS

現代社会では道路や電力網をはじめ気象観測ポイント、鉄道駅、ビル、自動車、医療機器さらには携帯電話などに至るまで膨大な数のセンサーが設置・搭載されるようになってきた。センサーは、気象観測ポイントであれば気温や降水量、自動車であれば走行状況といったように、各システムが収集しようとするデータを刻々と送り出し、ITシステムというサイバーな世界に集約。渋滞情報や天気情報といった形に処理し、現実（フィジカル）世界での出来事の一面を把握できるようになっている。

こうした状況をさらに発展させ、センサーとITシステムなどで構成されるサイバーな世界と人間の暮らすフィジカルな世界を融合し、エネルギーや環境、防災対策などの社会システムの高度化や最適化、効率化に役立てようという壮大なシステム化構想が2000年代末から注目されている。CPS（Cyber Physical System）と呼ばれるこのシステムでは、センサーが捉えた極めて大量の、しかも種類も多種多様なソースデータを、複数の個別システムをまたいでリアルタイムに収集し、統一的に分析・処理。その結果を情報発信などの形で現実世界へフィードバックし、現実世界の変化を再びセンサーでキャッチしてサイバー世界へ送り込む、というサイクルを繰り返す。

CPSを実現するための要素技術の開発は、現在、世界中で急ピッチに進んでいる。日本でも、2012年から文部科学省が国家課題対応型研究開発推進事業「社会システム・サービスの最適化のためのIT統合システム構築」という大規模な委託研究プロジェクトをスタートさせた。その中のひとつの取り組みとして、国立情報学研究所を中心に北海道大学知識メディアラボラトリー、大阪大学、九州大学の4研究機関が連携し、「社会システム・サービス最適化のためのサイバーフィジカルIT統合基盤の研究」というテーマの下で活発な研究活動を展開している。

北海道大学知識メディアラボラトリーでは、ラボラトリー長である田中 譲教授をリーダーに、CPS実現に必要な要素技術の研究で多くの実績を積み上げている。その研究のハードウェアインフラとして、高い処理性能と優れた信頼性、拡張性を備えたインテル® Xeon® プロセッサー E7ファミリー搭載のマルチプロセッサーサーバー、HP ProLiant DL980 G7を中心としたシステムが2012年3月から稼働を開始している。

CPSを拡張したHCPSの要素技術、データ分析可視化基盤構築に挑む

田中教授たちの北海道大学知識メディアラボラトリーは、1990年代に急発展したインターネット内でやり取りされる膨大なコンテンツ、サービスの再利用・再編集・再流通を可能にする「知識メディア技術」、および抽出した様々な価値を人が評価・意思決定できるよう、可視化ツールなどの複数のプログラムモジュールを容易な操作で自在に組み替えて連携させる「スマートフェデレーション技術」を長年研究してきた。

その成果をベースに、現在、同ラボラトリーでは主に、二つの研究プロジェクトに取り組んでいる。一つはEU（欧州連合）の推進するFP7（Framework Programme 7：第7次研究枠組み計画）の中の「p-medicine」。臨床治験や遺伝子情報、患者のカルテ履歴といった多様で大量の情報から、患者ごとにオーダーメード医療を提供することが最終目標だ。2011年から5年間をかけるこのプロジェクトには、EU圏外の研究機関として、同ラボラトリーだけが唯一参加している。

もう一つが、前述した「社会システム・サービス最適化のためのサイバーフィジカルIT統合基盤の研究」だ。このプロジェクトでも連携する4研究機関の合同チームは、文部科学省の2011年度の委託研究「目的解決型のIT統合基盤技術研究開発の実現に向けたフィージビリティスタディ」を実施。成果としてCPSに必要なIT統合基盤のアーキテクチャーを定義した。これに基づき、IT統合基盤を具現化する今回のプロジェクトが2012年9月から始まった。知識メディアラボラトリーが担当するのは、CPSのためのIT統合基盤を構成する「データ分析可視化基盤」の開発だ。そのために「知識創成HCPSスマート・フェデレーション統合環境と降雪地域における除排雪の効率化・最適化への適用」という研究テーマを設定。札幌市の除排雪システムの最適化やドライバーの適切な誘導などを目指しながら、HCPS用のデータ分析可視化基盤を開発する。

「二つのプロジェクトに共通するのは、サイバーとフィジカルをつなぐ際、社会のリアルタイムな状況を基に専門家が評価や意思決定に関わるという、人間的要素が加わったHCPS（Human Cyber Physical System）を対象としていること、そして、扱うソースデータの量と種類が従来とは次元のまったく異なる、極めて膨大かつ多様であることです。私たちがこれまで培ってきた知識メディア技術、スマートフェデレーション技術は、ここで大きく活きます」と、田中教授は研究の背景を解説する。

扱うソースデータの規模はこれまでの研究で扱った量の100倍

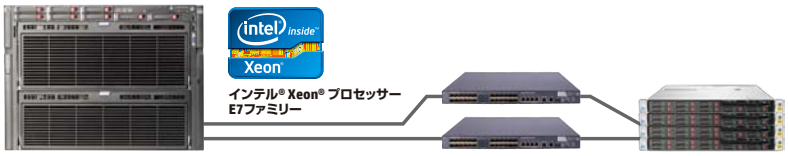
ちなみに、二つ目のプロジェクトである除排雪への適用で扱おうとしているソースデータは、

大規模データの分析可視化基盤構築

北海道大学 知識メディアラボラトリー
特任助教
Micke Kuwahara 氏

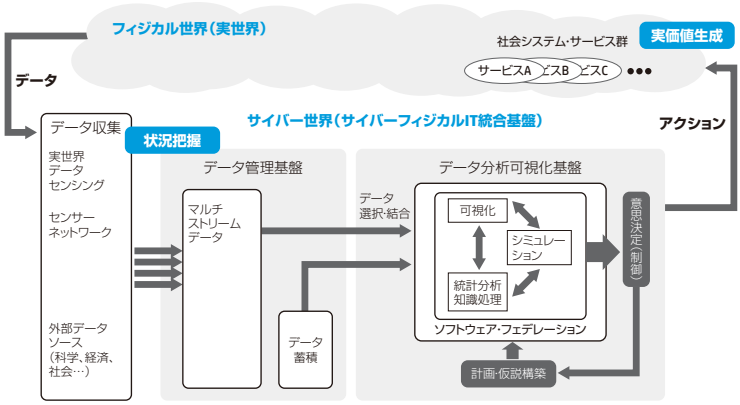
北海道大学 知識メディアラボラトリー
特任助教
Jonas Sjobergh 氏

■研究ハードウェアインフラの構成



ハードウェア:HP ProLiant DL980 G7
搭載プロセッサー:インテル® Xeon® プロセッサー
E7-4870 2.4GHz 8基／80コア
搭載メモリー:512GB
搭載記憶領域:200GB SSD×4台、900GB HDD×4台　合計4.4TB
オプション:HP PCIe IOアクセラレータ for ProLiantサーバー 320GB×2台
OS:Red Hat Enterprise Linux 6.2

■CPSのアーキテクチャー



主なものだけでも、様々な車両のプローブデータが年間で1.数TB規模になる。これに札幌市内の除排雪車両の走行データ、気象庁の降雪データ、テレビ放送の映像データ、さらにはTwitterなどに代表されるSNSの情報も取り込む予定だ。

「プロジェクトで扱おうとしている全ソースデータは、私たちがこれまでにデータマイニングや可視化で用いてきたデータ量から2桁、100倍ほど大きくなります。HCPSでは、このサイズのデータから意味のある情報を抽出し、スマートフェデレーション技術を使って、専門家である札幌市の除排雪担当者が必要な情報の可視化や予測のためのシミュレーションを実行。評価や意思決定を行い、現実世界へフィードバックします。膨大な量のデータの扱い、複雑な一連の処理。これらを、思考を中断させない現実的な時間内に実行できることが、データ分析可視化基盤には求められます」。同ラボラトリーの特任助教、猪村 元氏は研究の難しさをこう説明する。

「膨大な量のソースデータを処理する際には、強力な演算パワーに加え、ボトルネックとなりやすいI/Oに高い性能が必要です。データ分析可視化基盤を支えるハードウェアインフラはこうした要件を満たす必要がありました。特に、サーバーの筐体を分け、ネットワークでつなぐスケールアウトも実際に試したのですが、これでは必要なI/Oのスループットを確保できませんでした」（猪村助教）。

処理のボトルネックはI/O、その解決策がHP ProLiant DL980 G7には用意されていた

その点、高性能なインテル® Xeon® プロセッサー E7ファミリーを搭載したマルチプロセッサーサーバー、HP ProLiant DL980 G7に、猪村助教は大きな魅力を感じたという。「HP ProLiant DL980 G7の場合、1筐体内に80ものコアを搭載できます。それに加え、メモリーもディスクも密に結合した状態で、これまでのラックマント型サーバーでは想像できなかった容量が一つの筐体内に収まります。さらに、開発の過程では複数の研究者が同時に利用することが前提です。リソースを要望に応じて柔軟に再配分できることは、ハードウェアインフラとして大きなアドバンテージだと感じていました」。

また、処理のボトルネックとなるデータI/Oの高速化を期待できるソリューションが用意されていたことも、HP ProLiant DL980 G7採用の強い動機となった。「HP ProLiant DL980 G7のオプションとして、高速I/Oを謳うHP PCIe IOアクセラレータ for ProLiantサーバー（以下、HP IOアクセラレータ）が用意されており、これも筐体内に組み込めます。このオプションの存在も高く評価し、導入することに決めました」（猪村助教）。

HP IOアクセラレータを組み込んだHP ProLiant DL980 G7が稼働を開始した2012年3月以降、猪村助教はベンチマークを取って以前に使用していたサーバーと比較を行った。「データベースからの読み出し、演算、書き戻しという一連の処理

で比較したところ、HP ProLiant DL980 G7は使用コア数を増やしていくに連れて、順調に処理時間が短くなっていきました。HP IOアクセラレータのお陰で、I/Oがボトルネックになっていないことをはっきりと確認できました」（猪村助教）。

NDA管理、研究者専用の環境提供などで仮想化による予想外のメリットを享受

文部科学省の委託プロジェクトが本格的に始動した2012年9月からは、同ラボラトリーが取り組む二つのプロジェクトでHP ProLiant DL980 G7によるハードウェアインフラが活用されている。運用はRed Hat Enterprise LinuxのKVM（Kernel-based Virtual Machine）を使った仮想化環境で行っている。80コアという巨大なリソースがあることで、学会発表などのために急いで成果を出したいという研究者用に一時的に多くのコアを割り当てるなど、柔軟なリソース運用ができるようになったことに猪村助教は満足している。

さらに、仮想化を導入したことによる意外なメリットもあったという。「一般車両のプローブデータなどいくつかのソースデータは、企業や自治体とNDA（秘密保持契約）を結んで提供してもらっています。ソースデータを格納している仮想化サーバーごとにユーザーを限定することで、面倒で設定ミスも起きやすいパーミッション設定は不要にできました。慎重に扱う必要のあるソースデータの管理という面で、仮想化サーバーによる運用は負担が低いと感じています。また、研究者の場合、勝手にビルドを行ったり、自分でパッチを書いたりして、用意されたサーバー環境をカスタマイズしてしまいがちです。仮想化サーバーなら、以前の状態にすぐ戻せるため、余計な心配をしなくて済むようになりました」（猪村助教）。

p-medicineプロジェクトでは、現在、データ分析可視化基盤上で利用する医療向けのプログラムモジュール開発が急ピッチで進められている。一方の除排雪への適用では、必要とされるプログラムモジュールとデータ分析可視化基盤の開発・運用がスタート。併せて、札幌市内の中心部を対象に、限定したソースデータを使ってHCPSをどのように実現すればいいか、札幌市の職員を交えた打ち合わせが進む。除排雪の適用では2年後をメドに、札幌市全体を対象とした除排雪システムの最適化への展開を目指し、その後は4研究機関の成果を持ち寄って実用的なサイバーフィジカルIT統合基盤としての統合を3年かけて確立していこうとしている。

「研究が本格的なフェーズに入ると、扱うデータソースの規模はさらに増えることが予想されます。また、ハードウェアインフラに外部から研究者が数百人の規模でアクセスしてくる可能性もあります。ストレージ環境のさらなる強化、VPNなどのネットワークの整備をこれからは進めていこうと考えています」と猪村助教。今後5年にわたる研究プロジェクトで、新たな技術領域を切り開こうという北海道大学知識メディアラボラトリーの取り組みに、HP ProLiant DL980 G7は不可欠の存在になっている。

ソリューション概略

導入ハードウェア
HP ProLiant DL980 G7
HP PCIe IOアクセラレータ for ProLiantサーバー
HP StoreVirtual 4330
HP 5820-24XG-SFP+ Switch

安全に関するご注意　ご使用の際は、商品に添付の取扱説明書をよくお読みの上、正しくお使いください。水、湿気、油煙等の多い場所に設置しないでください。火災、故障、感電などの原因となることがあります。

お問い合わせはカスタマー・インフォメーションセンターへ
03-5749-8328 月～金 9:00～19:00　土 10:00～17:00（日、祝祭日、年末年始および5/1を除く）
機器のお見積もりについては、代理店、または弊社営業にご相談ください。
HP ProLiantに関する情報は http://www.hp.com/jp/proliant

Intel、インテル、Intel ロゴ、Intel Inside、Intel Inside ロゴ、Xeon、Xeon Insideは、アメリカ合衆国および / またはその他の国におけるIntel Corporationの商標です。
記載されている会社名および商品名は、各社の商標または登録商標です。
記載事項は2012年12月現在のものです。
本カタログに記載されている情報は取材時におけるものであり、閲覧される時点で変更されている可能性があります。あらかじめご了承ください。
© Copyright 2012 Hewlett-Packard Development Company,L.P.

本カタログは、環境に配慮した用紙と植物性大豆油インキを使用しています。 PRINTED WITH SOY INK

日本ヒューレット・パッカード株式会社
〒136-8711 東京都江東区大島2-2-1